

**PERENCANAAN DESAIN ALTERNATIF STRUKTUR ATAP  
MASJID PONDOK PESANTREN IMAM BUKHORI  
SELOKATON GONDANGREJO KARANGANYAR**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**'IRFAN NASUTION**  
**D100140239**

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**PERENCANAAN DESAIN ALTERNATIF STRUKTUR ATAP**  
**MASJID PONDOK PESANTREN IMAM BUKHORI**  
**SELOKATON GONDANGREJO KARANGANYAR**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :

**'IRFAN NASUTION**

**D100 140 239**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing :



**Ir. Aliem Sudjarmiko, M.T.**

**NIP. 195906281987031001**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN DESAIN ALTERNATIF STRUKTUR ATAP**  
**MASJID PONDOK PESANTREN IMAM BUKHORI**  
**SELOKATON GONDANGREJO KARANGANYAR**

Oleh :

**IRFAN NASUTION**

**D100 140 239**


Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada tanggal 31 Maret 2021  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan penguji :

- 1) Ir Aliem Sudjatmilo, M.T. (  )  
(Ketua Dewan Penguji)
- 2) Ir. Abdul Rohma, M.T (  )  
(Anggota I Dewan Penguji)
- 3) Budi Setiawan, S.T., M.T (  )  
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



  
**Dr. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**

NIK. 682

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Maret 2021

Pepulis



**IRFAN NASUTION**

**D100 140 239**

**PERENCANAAN DESAIN ALTERNATIF STRUKTUR ATAP MASJID  
PONDOK PESANTREN IMAM BUKHORI SELOKATON  
GONDANGREJO KARANGANYAR**

**Abstrak**

Pondok Pesantren Imam Bukhari adalah lembaga pendidikan Islam swasta yang dirintis oleh Yayasan Lajnah Istiqomah Surakarta pada tanggal 6 Juni 1994, dan secara resmi berdiri tanggal 1 Juli 1999. Seiring berkembangnya dunia pendidikan, menuntut pihak pengelola pondok pesantren Imam Bukhari untuk terus membenahi diri, yaitu dalam system 2 pengelolaan dan juga fasilitas belajar mengajar, terutama pembangunan masjid yang lebih besar dilengkapi dengan fasilitas memadai serta dapat terintegrasi secara mudah dan dapat meningkatkan kapasitas jamaah serta mendukung proses belajar mengajar secara optimal. Untuk saat ini tahap pembangunan struktur Masjid Imam Bukhari sudah mencapai 85 % dengan pekerjaan yang belum terlaksana adalah pekerjaan struktur atap yang memiliki nilai prosentase yang cukup besar yaitu 10 %. Hal yang menarik dari desain masjid imam bukhori salah satunya pada struktur atap yang digunakan menyerupai huruf “V”, bagaikan sebuah buku yang terbuka sebagai perlambangan sebuah instansi yang kaya akan ilmu pengetahuan baik ilmu agama maupun ilmu umum. Dengan panjang total bangunan 40 meter dan lebar 32 meter masjid Imam Bukhari memiliki luas 1280 meter persegi dengan 2 lantai dan 1 Basement. Adapun perencanaan struktur atap masjid ini menggunakan Baja IWF 300.

**Kata Kunci :** Pondok pesantren, struktur, atap, huruf “V”, Baja IWF 300

**Abstract**

Imam Bukhari Islamic Boarding School is a private Islamic educational institution which was pioneered by the Lajnah Istiqomah Surakarta Foundation on June 6, 1994, and was officially established on July 1, 1999. As the world of education develops, development requires the manager of the Imam Bukhari Islamic boarding school to continue to improve themselves, namely in the management system and also teaching and learning, especially the larger mosque equipped with adequate facilities and can be integrated easily and can increase the capacity of the congregation and support the teaching and learning process optimally. For now, the construction stage of the Imam Bukhari Mosque structure has reached 85% with the work that has not been carried out yet is structural work roofs that have a fairly large percentage value of 10%. One of the interesting things about the design of the Imam bukhori mosque is the roof structure that is used to resemble the letter "V", like an open book as a symbol of an institution rich in knowledge, both religious and general knowledge. With a total building length of 40 meters and a width of 32 meters, the Imam Bukhari mosque has an area of 1280 square meters with 2 floors and 1 basement. The design of the roof structure of this mosque uses Steel IWF 300.

**Keywords:** Islamic boarding school, structure, roof, letter “V”, Steel IWF 300

**1. PENDAHULUAN**

Pondok Pesantren Imam Bukhari adalah lembaga pendidikan Islam swasta yang dirintis oleh Yayasan Lajnah Istiqomah Surakarta pada tanggal 6 Juni

1994, dan secara resmi berdiri tanggal 1 Juli 1999. Yayasan Lajnah Istiqomah sebagai penyelenggara telah melakukan perubahan yayasan sesuai undang-undang no 28 tahun 2001 dengan nama Pondok Pesantren Imam Bukhari berdomisili di desa Selokaton, kecamatan Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah, di atas areal tanah seluas lebih kurang 3 ha, yang merupakan tanah wakaf dari kaum muslimin.

Seiring berkembangnya dunia pendidikan, menuntut pihak pengelola pondok pesantren Imam Bukhori untuk terus membenahi diri, yaitu dalam system 2 pengelolaan dan juga fasilitas belajar mengajar, terutama pembangunan masjid yang lebih besar dilengkapi dengan fasilitas memadai serta dapat terintegrasi secara mudah dan dapat meningkatkan kapasitas jamaah serta mendukung proses belajar mengajar secara optimal. Dalam merancang sebuah gedung diperlukan pertimbangan dari segi struktur, arsitektur dan manfaat bangunan, dari pertimbangan tersebut maka sebuah gedung baik yang bertingkat maupun tidak bertingkat haruslah dapat memiliki syarat aman, nyaman, ekonomis dan estetika bagi penggunaanya, sehingga dalam perencanaan diperlukan perhitungan yang matang agar syarat-syarat diatas dapat terpenuhi.

Adapun hal yang menarik dari desain masjid imam bukori salah satunya pada struktur atap yang digunakan menyerupai huruf “V”, bagaikan sebuah buku yang terbuka sebagai perlambangan sebuah instansi yang kaya akan ilmu pengetahuan baik ilmu agama maupun ilmu umum. Dengan panjang total bangunan 40 meter dan lebar 32 meter masjid Imam Bukhori memiliki luas 1280 meter persegi dengan 2 lantai dan 1 *Basement*. Adapun perencanaan struktur atap masjid ini menggunakan Baja IWF 300.

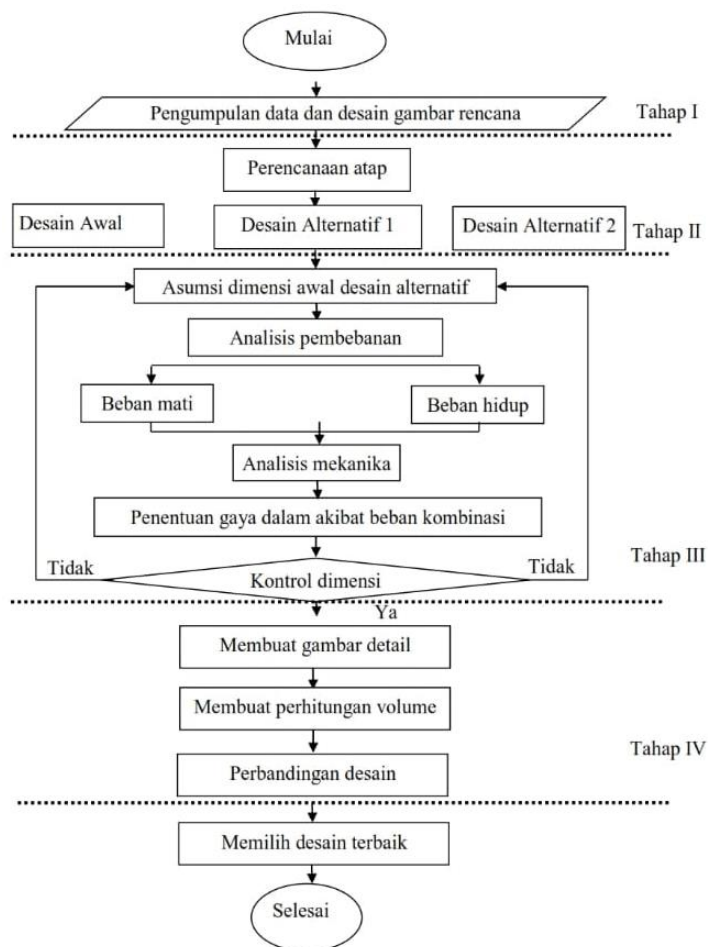
## **2. METODE**

Data yang ditentukan untuk perencanaan struktur atap masjid imam bukori meliputi spesifikasi struktur atap desain awal, spesifikasi struktur atap desain alternatif 1 dengan Hexagonal Castela Beam, Spesifikasi struktur atap desain alternatif 2 dengan Baja Trass.

### **2.1 Alat Bantu Perencanaan**

Alat bantu yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Program SAP 2000 V.14 : Program ini digunakan untuk perhitungan analisis struktur.
- 2) Program AutoCad 2010 : Program ini digunakan dalam penggambaran detail-detail struktur sepertigambar penampang, potongan, detail dan lain lain.
- 3) Program Microsoft Office Word 2007 : Program ini adalah program komputer yang digunakan untuk membuat laporan, bagan alir, analisa data, dan juga untuk membuat tabel.
- 4) Program Microsoft Office Excel 2007 : Program ini adalah program komputer yang digunakan untuk membuat tabel, dan sebagai alat bantu perhitungan pada struktur.<sup>21</sup>
- 5) Tahapan Perencanaan : Dalam perencanaan struktur atap gedung masjid imam bukhori



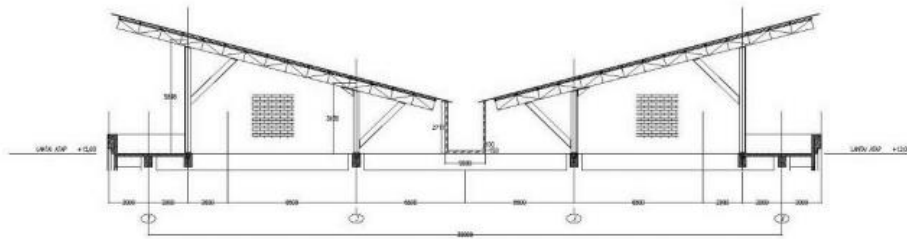
Gambar 1. Bagan alur penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perencanaan ini digunakan struktur atap dari rangka baja, yang diperhitungkan dapat menahan beban-beban, baik berupa beban mati maupun beban hidup

#### 3.1 Perencanaan Kuda-kuda

##### 3.1.1 Perencanaan kuda kuda Trass.



Gambar 2. Kuda-kuda Trass

- 1) Jarak antar kuda-kuda ( $dk$ ) = 4,00 m
- 2) Jarak antar gording ( $dg$ ) = 1,10 m
- 3) Kemiringan atap ( $\alpha$ ) =  $15^\circ$
- 4) Beban tekanan angin ( $W_{ang}$ ) = 25 kg/m<sup>2</sup>
- 5) Beban penutup atap rooftop ( $W_{atp}$ ) = 5,45 kg/m<sup>2</sup>
- 6) Beban plafon ( $W_{plf}$ ) = 18 kg/m<sup>2</sup>
- 7) Beban hidup terpusat ( $P$ ) = 100 kg
- 8) Berat sendiri gording ( $W_g$ ) = 6,13 kg/m<sup>2</sup>
- 9) Mutu baja, Bj 37
  - a. Tegangan leleh ( $f_y$ ) = 2400 kg/m<sup>2</sup> = 240 Mpa
  - b. Tegangan putus ( $f_u$ ) = 3700 kg/m<sup>2</sup> = 370 Mpa
- 10) Untuk perhitungan pembebanan, dimensi kuda-kuda dianggap sama untuk seluruh batang dari profil siku ganda 2L 60 x 60 x 6 dengan berat sendiri ( $w_{bkk}$ ) =  $2 \times 5,41 = 10,82$  kg/m.;

##### 3.1.1 Analisa Pembebanan

###### 1) Beban mati

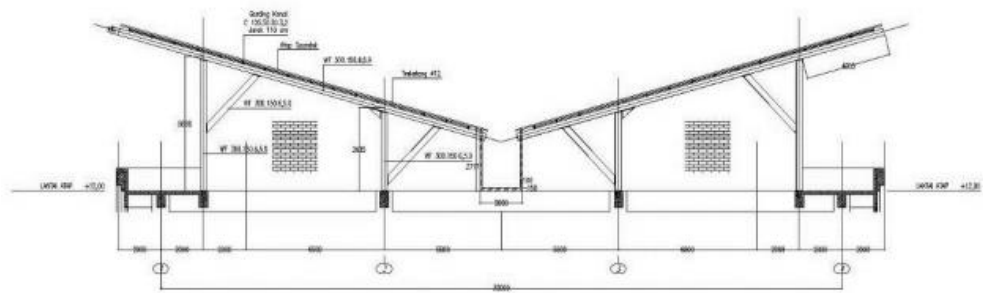
Beban mati terdiri dari , beban peutup atap, beban gording, berat sendiri kuda-kuda dan beban plafon.



## 2) Beban hidup

Beban hidup diambil yang paling menentukan antara beban air hujan dan beban hidup terpusat 100 kg.

### 3.2 Perencanaan Kuda-kuda IWF



Gambar 3. Kuda-Kuda IWF

Data-data Perencanaan kuda kuda IWF 300.

- 1) Jarak antar kuda-kuda ( $dk$ ) = 4,00 m
- 2) Jarak antar gording ( $dg$ ) = 1,10 m
- 3) Kemiringan atap ( $\alpha$ ) =  $15^\circ$
- 4) Beban tekanan angin ( $W_{ang}$ ) = 25 kg/m<sup>2</sup>
- 5) Beban penutup atap rooftop ( $W_{atp}$ ) = 5,45 kg/m<sup>2</sup>
- 6) Beban plafon ( $W_{plf}$ ) = 18 kg/m<sup>2</sup>
- 7) Beban hidup terpusat ( $P$ ) = 100 kg
- 8) Berat sendiri gording ( $W_g$ ) = 6,13 kg/m<sup>2</sup>
- 9) Mutu baja, Bj 37
  - a) Tegangan leleh ( $f_y$ ) = 2400 kg/m<sup>2</sup> = 240 Mpa
  - b) Tegangan putus ( $f_u$ ) = 3700 kg/m<sup>2</sup> = 370 Mpa
- 10) Untuk perhitungan pembebanan, dimensi kuda-kuda dianggap sama untuk seluruh batang dari profil IWF 300 dengan berat sendiri ( $w_{bkk}$ ) = 36,7 kg/m = 440 kg/ batang.

### 3.3 Analisa Pembebanan

#### 3.3.1 Beban mati.

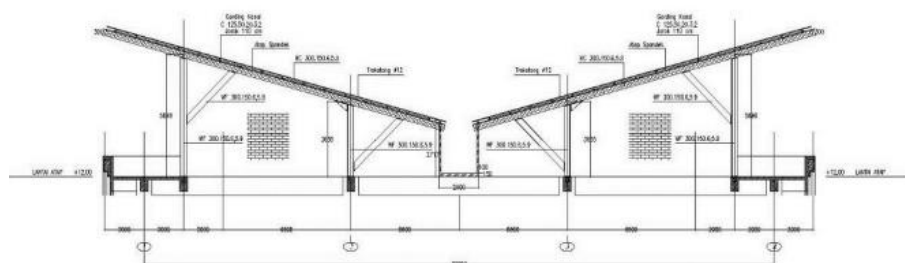
Beban mati terdiri dari ; beban penutup atap, beban gording, berat sendiri rafter dan beban plafond.

- 1) Beban Penutup Atap,  $P_{\text{tepi}} = \frac{1}{2} \times dr \times dg \times W_{\text{atap}} / \cos \alpha \dots\dots\dots (1)$   
 $= \frac{1}{2} \times 4 \times 1,11 \times 5,45 / \cos 15$   
 $= 12,53 \text{ kg} = 122,88 \text{ N}$   
 $P_{\text{tengah}} = dr \times dg \times W_{\text{atap}} / \cos \alpha$   
 $= 4 \times 1,11 \times 5,45 / \cos 15$   
 $= 25,05 \text{ kg} = 245,76 \text{ N}$
- 2) Beban Plafond,  $P_{\text{tepi}} = \frac{1}{2} \times dr \times dg \times W_{\text{plafond}} \dots\dots\dots (2)$   
 $= \frac{1}{2} \times 4 \times 1,11 \times 18$   
 $= 39,96 \text{ kg} = 392 \text{ N}$   
 $P_{\text{tengah}} = dr \times dg \times W_{\text{plafond}}$   
 $= 4 \times 1,11 \times 18$   
 $= 79,92 \text{ kg} = 784,01 \text{ N}$
- 3) Beban Gording,  $P_{\text{tepi}} = P_{\text{tengah}} = 110\% \times W_{\text{gord}} \times dr \dots\dots\dots (3)$   
 $= 110\% \times 7.51 \times 4$   
 $= 33,04 \text{ kg} = 324,16 \text{ N}$
- 4) Beban Sendiri Rafter,  $P_{\text{tepi}} = 110\% \times \frac{1}{2} dg \times W_{\text{bs}} / \cos \alpha \dots\dots\dots (4)$   
 $= 110\% \times \frac{1}{2} 1,11 \times 49,6 / \cos 15$   
 $= 31,35 \text{ kg} = 307,53 \text{ N}$   

80

 $P_{\text{tengah}} = 110\% \times dg \times W_{\text{bs}} / \cos \alpha$   
 $= 110\% \times 1,11 \times 49,6 / \cos 15$   
 $= 62,70 \text{ kg} = 615,07 \text{ N}$

### 3.4 Perencanaan Balok Castella



Gambar 4. Kuda-kuda Honey Comb

Dicoba portal baja dengan mutu BJ 37 dan menggunakan baja profil H 294.200.8.12 dengan spesifikasi berdasarkan *Tabel Profi Konstruksi Baja*, adalah sebagai berikut :

$$db = 294 \text{ mm } A = 72.38 \text{ cm}^2$$

$$bf = 200 \text{ mm } I_x = 11300 \text{ cm}^4$$

$$tw = 8 \text{ mm } I_y = 1600 \text{ cm}^4$$

$$tf = 12 \text{ mm } E = 200000 \text{ Mpa}$$

$$fy = 240 \text{ MPa } S_x = 769 \text{ cm}$$

$$fu = 370 \text{ Mpa } S_y = 160 \text{ cm}^3$$

Perhitungan  $I_x$  dan  $Z_x$  pada bagian tanpa lubang

$$\begin{aligned} I_x &= \left( \frac{1}{12} \times b_f \times d_g^3 \right) - \left( 2 \times \frac{1}{12} \times \left( \frac{bf-tw}{2} \right) \times (d_g - 2 \times t_f)^3 \right) \\ &= \left( \frac{1}{12} \times 200 \times 441^3 \right) - \left( 2 \times \frac{1}{12} \times \left( \frac{200-8}{2} \right) \times (441 - 2 \times 12)^3 \right) \end{aligned} \quad \dots\dots(5)$$

$$= 1426653126 \text{ mm}^4$$

$$= 142665.3126 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \left( \frac{tw \times dg^2}{4} \right) + (bf - tw) \times (dg - tf) \times tf \\ &= \left( \frac{8 \times 200^2}{4} \right) + (200 - 8) \times (441 - 12) \times 12 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$= 1379105406 \text{ mm}^4$$

$$= 137910.5406 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \left( \frac{tw \times bf \times dg^2}{4} \right) - \left( \frac{1}{2} \times \left( \frac{bf-tw}{2} \right) \times (dg - 2 \times tf)^2 - \left( \frac{1}{4} \times tw \times h_{oo}^2 \right) \right) \\ &= \left( \frac{8 \times 200^2}{4} \right) - \left( \frac{1}{2} \times \left( \frac{200-8}{2} \right) \times (441 - 2 \times 12)^2 - \left( \frac{1}{4} \times 12 \times 294^2 \right) \right) \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$= 1204506 \text{ mm}^3$$

$$= 1204.506 \text{ cm}^3$$

Perhitungan  $I_x$  dan  $Z_x$  profil castella

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{I_{x \text{ tanpa lubang}} + I_{x \text{ berlubang}}}{2} \\ &= \frac{142665.3126 + 137910.5406}{2} \\ &= 140287.927 \text{ cm}^4 \\ Z_x &= \frac{Z_{x \text{ tanpa lubang}} + Z_{x \text{ berlubang}}}{2} \\ &= \frac{1068.416 + 1204.506}{2} \\ &= 1136.461 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

#### 4.1.1 Perencanaan struktur rangka atap (*Truss*)

Menurut analisa hasil hitungan, diperoleh rencana struktur rangka atap baja sebagai berikut :

- 1) Profil gording yang dipakai adalah CNP 150x50x20x3,2 dengan mutu baja Bj 37, jarak antar gording terpasang 1,11 m.
- 2) Kontruksi rangka kuda-kuda menggunakan baja profil *double* siku dengan mutu Bj 37. Profil 2L60x60x6 untuk batang atas, profil 2L50x50x5 untuk batang bawah dan profil 2L45x45x5 untuk batang diagonal serta batang vertikal, jarak antar kuda-kuda terpasang 4,00 m
- 3) Sambungan rangka kuda-kuda menggunakan las dengan elektroda E<sub>70</sub> serta dipakai tebal rigi las 5 mm, untuk plat buhul digunakan tebal 10 mm.

#### 4.1.2 Hasil perencanaan Rencana Anggaran Biaya untuk pekerjaan struktur atap menggunakan Trass kurang lebih senilai Rp 866.300.000.

#### 4.1.3 Perencanaan struktur rangka atap IWF 300.

Menurut analisa hasil hitungan, diperoleh rencana struktur rangka atap baja sebagai berikut :

- 1) Profil gording yang dipakai adalah CNP 150x50x20x3,2 dengan mutu baja Bj 37, jarak antar gording terpasang 1,11 m.

- 2) Kontruksi rangka kuda kuda menggunakan baja IWF 300x150 dengan mutu baja Bj37 dengan sagord diameter 10 mm, Panjang rafter 17,82 m.
- 3) Dimensi Rafter dan Kolom menggunakan Baja IWF 300x150
- 4) Sambungan menggunakan baut dengan diameter 29 mm sejumlah 10 baut .
- 5) Plat dasar kolom menggunakan mutu beton  $f'c$  25 Mpa dengan dimensi 400 mm x 200 mm.
- 6) Hasil perencanaan Rencana Anggaran Biaya untuk pekerjaan struktur atap menggunakan IWF 300 kurang lebih senilai Rp780.000.000.

#### 4.1.4 Perencanaan struktur rangka atap Castella Beam

Menurut analisa hasil hitungan, diperoleh rencana struktur rangka atap baja sebagai berikut :

- 1) Profil gording yang dipakai adalah CNP 150x50x20x3,2 dengan mutu baja Bj 37, jarak antar gording terpasang 1,11 m.
- 2) Profil yang digunakan adalah IWF 294x200x8x12 dan di Castella mejadi HC 441x200x8x12 dengan penambahan h sebesar 147 mm
- 3) Dari nilai kontrol lubang castella terhadap momen, balok castella terlalu aman sehingga tidak memerlukan plat penutup lagi.
- 4) Didapat nilai  $I_x$  dan  $Z_x$  pada bagian tanpa lubang,  $I_x = 142665.3126 \text{ cm}^4$   
 $Z_x = 1068.416 \text{ cm}^3$  . sedangkan pada bagian yang lubang  $I_x = 137910.5406 \text{ cm}^4$   $Z_x = 1204.506 \text{ cm}^3$
- 5) Perhitungan  $I_x$  dan  $Z_x$  profil castella  $I_x = 140287.927 \text{ cm}^4$   $Z_x = 1136.461 \text{ cm}^3$
- 6) Hasil perencanaan Rencana Anggaran Biaya untuk pekerjaan struktur atap menggunakan Castella Honney Comb kurang lebih senilai Rp 875.000.000.

## 4.2 Saran

Data dari perhitungan perencanaan struktur atap Masjid Pondok Pesantren Imam Bukhori, Gondangrejo Karangayar yang di mulai dari perhitungan menggunakan Trass, IWF, dan Castella dapat diterapkan sebagai alternatif struktur atap masjid tersebut. Berikut saran-saran yang dapat diberikan :

- 1) Dari hasil perencanaan di atas di dapat nilai anggarn biaya menggunakan métode IWF lebih ekonomis dibandingkan dengn método Trass maupun Castella. Perhitungan tersebut hanya berfokus pada bahan materialnya saja.
- 2) Sistem struktur rangka IWF merupakan kombinasi dari eleme struktur yang cukup rumit namun memiliki kekuatan yang tinggi untuk menerima daya tarik dan tekan
- 3) Sedangkan struktur rangka castella biasanya balok tersebut memiliki lubang dengan maksud untuk memperkecil berat profil sendiri. Selain itu dengan adanya lubang profil ini maka sambungan las-nya dapat lebih efektif dan efisien. Namun strukrur rangka menggunakan método ini dari segi biaya relatif lebih mahal
- 4) Perhitungan untuk beban gempa baiknya dimasukkan dalam perencanaan struktur atap khususnya yang menggunakan material Baja Iwf dan model Gabel Frame.
- 5) Penggunaan Baja Castella dioptimalkan pada fungsi lubang Castella sebagai tempat perapian kelistrikan maupun paiping. Serta lebih disarankan untuk membeli Baja Castella yang sudah jadi dari pabrik karena dinilai lebih ekonomis , praktis, serta skalatis
- 6) Lebih mengoptimalkan syarat syarat keamanan dalam perencanaan dimensi untuk Gording, Kuda kuda Trass maupun Baja Iwf dan castella agar di dapat harga bahan yang lebih Murah dan mampu untuk menahan beban yang bekerja pada struktur atap tersebut.
- 7) Untuk Rencana Anggaran Biaya lebih di fokuskan untuk bahan serta disamakan satuan dalam bentu (Kg) agar lebih realistis dalam perbandingan antar desain.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Rochman, A. 2017. *Buku Ajar Perencanaa Struktur Baja*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta
- Widyastuti, E. 2010. *Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Asram Mahasiswa Universitas Gadjah Mada (UGM) di Sendowo, Sleman* : Yogyakarta

- Rahimah, M. 2018. *Gedung Kampus RMIK Poltekkes Kemenkes Semarang*. Universitas Diponogoro : Semarang.
- Toreh, SR. 2015. *Optimasi Tinggi Pemotongan Lubang Heksagonal pada Castella beam*. Jurnal Sipil Statik. Vol 3 no. 7.
- Sumadi, DAN. 2017. *Perencanaan Struktur Gedung Kampus 6 Lantai (+1 Basement) Di Sukoharjo Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk)*. Tugas Akhir Fakultas teknik Universitas Muhamadiyah Surakarta : Surakarta.